

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-215235

(43)Date of publication of application : 11.08.1998

(51)Int.Cl. H04J 11/00
H04L 27/38

(21)Application number : 09-097981 (71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 31.03.1997 (72)Inventor : ONO KATSUMI
SUGIYAMA KENJI

(30)Priority

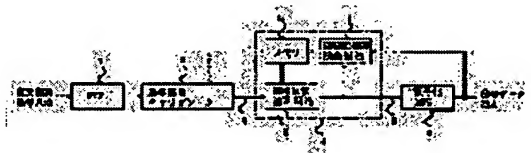
Priority number : 08335137 Priority date : 29.11.1996 Priority country : JP

(54) DEMODULATOR IN CODE TRANSMISSION AND ITS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a demodulator for an OFDM transmission system by which a digital information signal modulated especially by the QAM or the like is transmitted by using a plurality of carriers in modulation and demodulation used for transmission reception of a digital signal.

SOLUTION: In this OFDM transmission system, a specific carrier with a reference signal added thereto is transmitted. In this case, the demodulator is provided with a reference signal calibration means 2 that receives a transmission signal generated at a transmitter side, applies correction to the received signal based on the reference signal to obtain a 1st correction signal, a selfcalibration means 4 that detects an amplitude and a phase difference of an information signal received sequentially to obtain amplitude phase difference information, stores the result to a memory 6, predicts a correction value of each current signal read from the memory 6 by using a correction value found in the past on a time base, based on the amplitude phase difference information, corrects sequentially the signal by using the correction value found through the prediction to obtain a 2nd correction signal, and a decoding means 9 that decodes the 2nd correction signal to obtain decode data.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3405507

[Date of registration] 07.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-215235

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z

H 0 4 L 27/38

H 0 4 L 27/00

G

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-97981

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月31日

(31) 優先権主張番号 特願平8-335137

(32) 優先日 平8(1996)11月29日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 大野 勝美

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

日本ビクター株式会社内

(72) 発明者 杉山 賢二

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

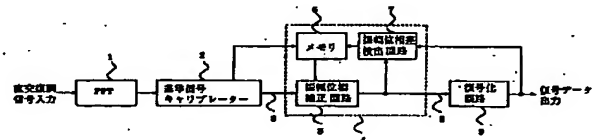
日本ビクター株式会社内

(54) 【発明の名称】 符号伝送における復調装置及びその方法

(57) 【要約】

【課題】 デジタル信号の送受信で用いる変復調において、特にQAM 等により変調されたデジタル情報信号を、複数の搬送波を用いて伝送するOFDM伝送の復調装置を提供する。

【解決手段】 特定キャリアに基準参照信号が付加されて伝送されるOFDM方式において、送信側で生成され送信された信号を受信し、受信された信号を、基準参照信号を基に信号補正を行ない第1次補正信号を得る基準信号キャリアブレーション手段2と、順次受信される情報信号の振幅と位相差を検出し振幅位相差情報を得、その結果をメモリに蓄積し、前記メモリより読み出される信号毎に、前記振幅位相差情報を基に時間軸で過去に求められた補正値を用いて、現信号での補正値を予測し、この予測して求めた補正値を使って逐次信号補正を行ない第2次補正信号を得るセルフキャリアブレーション手段4と、前記第2次補正信号を復号し、復号データを得る復号化手段9とより構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 特定キャリアに基準参照信号が付加されて伝送されるOFDM方式において、

送信側で生成され送信された信号を受信し、受信された信号を、基準参照信号を基に信号補正を行ない第1次補正信号を得る基準信号キャリブレーション手段と、
順次受信される情報信号の振幅と位相差を検出し振幅位相差情報を得、その結果をメモリに蓄積し、前記メモリより読み出される信号毎に、前記振幅位相差情報を基に時間軸で過去に求められた補正値を用いて、現信号での補正値を予測し、この予測して求めた補正値を使って逐次信号補正を行ない第2次補正信号を得るセルフキャリブレーション手段と、

前記第2次補正信号を復号し、復号データを得る復号化手段とより構成したことを特徴とする符号伝送における復調装置。

【請求項2】 特定キャリアに基準参照信号が付加されて伝送されるOFDM方式において、

送信側で生成され送信された信号を受信し、受信された信号を、基準参照信号を基に信号補正を行ない第1次補正信号を得る基準信号キャリブレーション手段と、
順次受信される情報信号の振幅と位相差を検出し振幅位相差情報を得、その結果をメモリに蓄積し、前記メモリより読み出される信号毎に、前記振幅位相差情報を基に時間軸方向及び周波数軸方向の平均を行なって求めた補正値を使って逐次信号補正を行ない第2次補正信号を得るセルフキャリブレーション手段と、

前記第2次補正信号を復号し、復号データを得る復号化手段とより構成したことを特徴とする符号伝送における復調装置。

【請求項3】 前記請求項1に記載の符号伝送における復調装置において、

補正値の決定に際して、時間軸で過去に求められた補正値を基に傾斜成分を求め、傾斜を考慮して補正値を導くことを特徴とする符号伝送における復調装置。

【請求項4】 前記請求項1に記載の符号伝送における復調装置において、

補正値の決定に際して、時間的に過去に求められた補正値を基に最小2乗法による回帰モデルを求め、前記回帰モデルを利用して補正値を導くことを特徴とする符号伝送における復調装置。

【請求項5】 特定キャリアに基準参照信号が付加されて伝送されるOFDM方式において、送信側で生成され送信された信号を受信し、受信された信号を、基準参照信号を基に信号補正を行ない第1次補正信号を得、順次受信される情報信号の振幅と位相差を検出し振幅位相差情報を得、その結果を蓄積し、読み出し受信される信号毎に、前記振幅位相差情報を基に時間軸で過去に求められた補正値を用いて、現信号での補正値を予測し、この予測して求めた補正値を使って逐次信号補正を行ない第2次補

正信号を得、前記第2次補正信号を復号し、復号データを得るようにしたことを特徴とする符号伝送における復調方法。

【請求項6】 特定キャリアに基準参照信号が付加されて伝送されるOFDM方式において、送信側で生成され送信された信号を受信し、受信された信号を、基準参照信号を基に信号補正を行ない第1次補正信号を得、順次受信される情報信号の振幅と位相差を検出し振幅位相差情報を得、その結果を蓄積し、読み出し受信される信号毎に、前記振幅位相差情報を基に時間軸方向及び周波数軸方向の平均を行なって求めた補正値を使って逐次信号補正を行ない第2次補正信号を得、前記第2次補正信号を復号し、復号データを得るようにしたことを特徴とする符号伝送における復調方法。

【請求項7】 特定キャリアに基準参照信号が付加されて伝送されるOFDM方式において、

送信側で生成され送信された信号を受信し、伝送情報を復調するために、受信された信号を、基準参照信号を基に信号補正を行ない第1次補正信号を得る基準信号キャリブレーション手段と、

順次受信される情報信号の振幅と位相差を検出し振幅位相差情報を得、低信頼性信号を削除し、その結果を蓄え、必要に応じ読み出し、受信される信号毎に、振幅位相差情報を基に求めた補正値を使って逐次信号補正を行ない第2次補正信号を得るセルフキャリブレーション手段と、

前記セルフキャリブレーション手段の出力である第2次補正信号を復号し、復号データを得る復号化手段とより構成したことを特徴とする符号伝送における復調装置。

【請求項8】 前記請求項7に記載の符号伝送における復調装置において、

前記セルフキャリブレーション手段は、検出された振幅位相差情報の内、多値変調における信号点配置上の小振幅レベルを有する信号によって算出された振幅位相差情報を削除するようにしたことを特徴とする符号伝送における復調装置。

【請求項9】 特定キャリアに基準参照信号が付加されて伝送されるOFDM方式において、送信側で生成され送信された信号を受信し、受信された信号を、基準参照信号を基に信号補正を行ない第1次補正信号を得、順次受信される情報信号の振幅と位相差を検出し振幅位相差情報を得、低信頼性信号を削除し、その結果を蓄積し、読み出し受信される信号毎に、前記振幅位相差情報を基に時間軸で過去に求められた補正値を用いて、現信号での補正値を予測し、この予測して求めた補正値を使って逐次信号補正を行ない第2次補正信号を得、前記第2次補正信号を復号し、復号データを得るようにしたことを特徴とする符号伝送における復調方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】デジタル信号の送受信で用いる変復調において、特にQAM等により変調されたデジタル情報信号を、複数の搬送波を用いて伝送するOFDM伝送の復調方式に関する。

【0002】

【従来の技術】OFDM伝送は、直交する複数の搬送波を用いてデジタル情報を伝送する、周波数分割多重のデジタル変調方式であり、マルチパスに強く、他の伝送系に妨害を与えにくく、妨害を受けにくい、周波数利用効率が比較的高い等の特徴を有しており、近年、移動体デジタル音声放送やデジタルテレビ放送に適した変調方式として注目されている。複数の搬送波は送信側において逆フーリエ変換を行なうIFFT回路を用いて生成することが出来、受信においてはフーリエ変換を行なうFFT路により搬送波を分離することが出来る。このIFFT回路、FFT回路実装化技術の進歩によりOFDM伝送が現実のものになりつつある。

【0003】図2に従来のOFDM伝送における変調回路の一部を、図3にOFDM伝送における復調回路の一部を夫々示す。送信されるべき情報データは符号化回路10によってPSK、QAM等の符号化を行ない、符号化されたデジタルデータは特定キャリアに印加される基準参照信号を加算器11によって付加されて、IFFT演算部12のリアルパート、イマジナリパートへ周波数割当を行なった後、IFFT演算を行ない、演算結果であるI信号、Q信号を直交変調器13へと送り、変調後、OFDM波を出力する。

【0004】復調側では、受信され直交復調されたI信号、Q信号をFFT演算部1のリアルパートとイマジナリパートに入力し、FFT演算を行ない、その演算結果を基準信号キャリアプレータ14へと入力し、送信時に印加された基準参照信号の振幅位相の変化より補正を行ない、その結果を復号化回路9へ送り、PSK、QAM等の復号化を行ない復号データを出力する。このとき、印加される基準参照信号はキャリア毎に一定間隔で送信され、受信側でその信号の振幅位相の変化成分より補正値を求め、信号補正を行なう。次の基準参照信号が送信されるまで、その補正値により補正を行ない、次基準参照信号により補正値を更新する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】OFDM伝送は一般にマルチパスに強いということが言われている。これは、伝送信号毎にガードインターバルと言われる信号期間を設けることによって、信号間の干渉を回避することが出来るためである。しかし、符号変調にQAMを用いた場合、復調において波形等化(信号補正)が必要不可欠であり、また、マルチパス環境下での移動受信を想定した場合には、移動により受信信号は大きく変動するため、静的な状態よりも更に正確な信号補正を必要とする。

【0006】受信信号の変動は、移動速度が上がる程、また、マルチパスにより受信電界強度の差が大きくなる

程、単位時間における変動量は大きくなる。さらに、QAM変調等において多値になる程、復調は厳しくなる。このような変動に対処するために、伝送信号内に各キャリア毎に基準参照信号を入れ込み送信し、受信側でその信号の振幅位相の変化を抽出しその情報を基にそれ以後の情報信号の補正を行なうが、基準参照信号は一定間隔で送信されるため、次の基準参照信号が送られるまでは補正値は更新されない。そのため、移動や周りの環境の変化により、微小時間内に変動する受信信号に対応出来ずに復調不可能となる。基準参照信号を増やせば、その数に比例して補正出来る可能性は高くなるが、それに応じて伝送情報量は少なくなる。よって、OFDM伝送における移動受信の実現を考えた場合、高多値な変調方式ほど、受信信号の変動をいかに吸収し補正するかが重要な問題となる。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するために、受信された後、送信された基準参照信号の振幅位相の変化を抽出し、その変化成分を基に補正値を決定し信号補正を行ない、第1次補正信号を出力する基準信号キャリアプレータ2と、第1次補正信号に対して、メモリ6より読み出した振幅位相差情報を基に時間軸で過去に求められた補正値を用いて、補正値の変化を基に現信号での補正値を予測して求めた補正値を使って逐次信号補正を行ない、第2次補正信号を出力する振幅位相補正回路5と出力された第2次補正信号と復号化回路9により復号された信号点配置上の本来の送信信号との振幅位相差を検出し振幅位相差情報を出力する振幅位相差検出回路7とその振幅位相差情報を蓄えるメモリ6とからなるセルフキャリアプレータ4と、第2次補正信号を復号して復号データを出力する復号化回路9とで構成する。振幅位相補正回路5について、基準参照信号が送信された直後の最初のシンボルでは、メモリ6はリセットされ、結果的に基準信号キャリアプレーションの出力である第1次補正信号をそのまま通過させる。

【0008】また、セルフキャリアプレーションの考えを基に、信号補正の信頼性を増すために以下のことを行なう。第一に、逐次更新される補正値において振幅位相の変化は連続的であるため、変化の傾向を予測して補正値を求めることが可能であり、その手段に傾斜予測もしくは回帰モデル予測を用いる。第二に、セルフキャリアプレーションによって、全てのキャリアについて信号毎に補正値は更新されキャリアプレーションが行なわれるが、このとき過去に求められた補正値と近接するキャリアの補正値とを平均して求められる値を補正値としてキャリアプレーションを行なう。

【0009】作用

上記の方法により、従来は移動や特性の変化により短時間において受信信号が大きく変動するために、基準参照信号から次の基準参照信号が送られてくるまでに、環境

が変化し補正が追い付けず、正確に復号することが不可能となるが、セルフキャリブレーションを行なうことにより、信号毎に各キャリアで補正値を更新しながら補正を行なうため、移動等による動的な伝送路特性における受信信号の変動に追従する。

【0010】セルフキャリブレーションにおいて、時間軸、周波数軸の平均を行なうことにより、バラツキの少ない正確な補正値を導くことが出来、また予測処理により変動の変化、例えば移動において加減速を行なった場合等の変化を捉えて補正値を導くことが出来るため、両者を併用して補正値を求めることにより、信号補正の信頼性は高くなる。

【0011】セルフキャリブレーションにおいて、信号毎に更新される補正値のうち、低信頼性信号により求められた補正値を削除して振幅位相の補正を行うことにより、ばらつきの少ない正確な補正値を導くことができ、信号補正の信頼性は高くなる。

【0012】

【発明の実施の形態】

実施例(請求項1,5に相当)

OFDM 装置全体の仕様について説明を行なう。送信側は従来例と同じである。256 波のキャリアを用いて伝送情報を送信する。アナログ回路でのフィルタの設計を容易にするため、2 倍オーバーサンプリングを使用し、512 ポイントのIFFT演算を行ない、OFDM波を生成する。図2にOFDM変調装置の一部を示す。各キャリアの変調には256QAMを用いるものとし、入力された情報データは、符号化回路10で符号化を行ない、1 キャリアに対して8 ビットの情報、つまり、リアルパートとイマジナリパートにそれぞれ4 ビットずつを印加する。また、1 シンボル内には、伝送情報データの他に、キャリブレーション用の基準データ、同期用データを挿入する。IFFT演算部12への伝送情報の周波数割当ては、IFFTウィンドウにおいて周波数の低い方から順に番号を付けると次のようになる。

【0013】

f0 ~f127 送信すべき情報伝送信号が与えられる。
f128 ~f383 キャリアレベルを0 とし、信号を発生させない。
f384 ~f511 送信すべき情報伝送信号が与えられる。

基準参照信号は、1 シンボルに特定の1 キャリアに加算器11によって符号化データと共に挿入されるものとし、シンボル毎に挿入キャリアは移される。本実施例では256 波のキャリアを使用するため、256 シンボルに一度、各キャリアの基準参照信号は送信されることになる。上記のように周波数割当てを行ない、IFFT演算により出力された時系列信号である、I 信号とQ 信号より、直交変調器13によってOFDM波を生成する。

【0014】本発明の OFDM 復調装置の一実施例について、以下に図と共に説明を行なう。図1は本発明の OFDM 復調装置の一実施例の構成図である。図1は、図3の基準信号キャリブレーター14と復号化回路9の間にセルフキャリブレーター4を挿入した構成のものである。まず、本発明の OFDM 復調装置の各回路における信号の流れについて、説明する。図1に示すように受信し直交復調されたOFDM波をFFT 演算部1に供給し、FFT演算後、演算結果を基準信号キャリブレーター2へ供給する。基準信号キャリブレーター2では、基準参照信号が送信されたキャリアについては、その基準参照信号の振幅、位相の変化成分を求め、その変化を補正出来るような補正値を求め、次シンボル以降はその補正値を用いて補正を行ない、新たな基準参照信号が送信されることによって補正値は更新される。

【0015】基準信号キャリブレーター2により補正された第1 次補正信号3は、振幅位相補正回路5、メモリ6及び振幅位相差検出回路7より構成されるセルフキャリブレーター4へ供給される。ここで、第1 次補正信号3が振幅位相補正回路5に供給され、後述する基準信号キャリブレーター2からのリセット信号がメモリ6に夫々供給される。セルフキャリブレーター4では、振幅位相補正回路5において、順次受信される情報信号の振幅位相差の情報をメモリ6より取り出し、その値を基に第1 次補正信号3に対して振幅位相の補正を行ない、その結果出力される第2 次補正信号8を振幅位相差検出回路7と復号化回路9へ供給する。

【0016】振幅位相差検出回路7では第2 次補正信号8と復号後の信号との振幅位相差を検出し、その振幅位相差情報をメモリ6へと送る。メモリ6ではその情報を保持すると共に、基準参照信号が送信されたキャリアについては基準信号キャリブレーター2からの要求(リセット信号)によりメモリ6のリセットを行なう。セルフキャリブレーター4によって補正された第2 次補正信号8は、復号化回路9へと入力されQAM 復号を行なった後、復号データとして出力されると共にセルフキャリブレーター4の振幅位相差検出回路7へと戻される。

【0017】次に基準信号キャリブレーター2から復号化回路9迄の動作について、以下に説明する。基準参照信号により補正値が求められ補正されることにより、新たな信号点枠が生成される。256QAMの場合256 個の信号点枠を持っており、受信された信号がこの枠をはみ出すと、別の信号と見做されエラーを起こすことになる。次シンボル以降は新たな基準参照信号が送信され補正値の更新が行なわれるまで、この信号点枠が基準となる。セルフキャリブレーションは、基準参照信号から次の基準参照信号送信までの間を、逐次受信される信号の振幅位相差を利用して補正を行なうものであり、基準参照信号後の最初のシンボルの受信信号は、256QAM信号点配置上の

50 のどれかの点に正確に補正される。

【0018】この受信信号を、次のシンボルにおける基準信号とする。即ち、次のシンボルの受信信号において振幅と位相の変化成分を用いて、さらに次のシンボルでの受信信号の補正、つまり新たな信号点枠を生成する。この様子を図4に示す。基準参照信号による信号点枠15は次の基準参照信号送信まで更新されず一定であるが、受信信号16は時間の経過と共に移動等により変動する。その変動に追従するように受信信号を利用した信号点枠17は推移する。この信号点枠はマルチパスや移動により変化したものとなっており、シンボル毎に順次更新される。このセルフキャリブレーションによる信号点枠追従は、次の基準参照信号送信によりリセットされ、基準信号キャリブレーションにより新たに生成された信号点枠を基準として繰り返し処理が行なわれる。

【0019】実施例(請求項3に相当)

セルフキャリブレーションにおいて、信号点枠生成のために使用される補正值は、前シンボルにおける受信信号の変化成分を用いるため、常に過去の変動分を基に信号点枠を生成する。このため、急激な変動の変化、例えば移動における加減速があった場合や、変動量自体が大きい時、例えば移動速度が高速になったり受信電界強度の差が大きい場合は変化の速さに対応出来ず受信信号が信号点枠を飛び越えてエラーを発生しやすくなる。そこで、補正值の決定に傾斜成分を用いた高次予測を行なう。方法は信号点枠生成の際に、前シンボルで求められた補正值だけでなく、過去の補正值を用いて傾斜成分を求めるものであり、使用する補正值数が2点以上の時は、再帰的に高次の差分を求め、それらの傾斜を考慮して補正值を求める。

【0020】図6にその様子を示す。過去に求められた補正值 $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ の n 点が与えられた時、それらの点を通る近似式をニュートンの補間多項式を利用して $(n-1)$ 次の多項式で図中の曲線19のように表わすことが出来、現シンボルでの補正值 P_k は、次式(数1)で与えられる。

【0021】

【数1】

$$P_k = y_1 - \Delta y_1 + \Delta^2 y_1 + \dots + (-1)^{n-1} \Delta^{n-1} y_1$$

$$\begin{pmatrix} \Delta y_i = y_{i+1} - y_i \\ \Delta^2 y_i = \Delta y_{i+1} - \Delta y_i \\ \dots\dots\dots \\ \Delta^n y_i = \Delta^{n-1} y_{i+1} - \Delta^{n-1} y_i \end{pmatrix}$$

【0022】この式を用いることによって、傾斜を考慮して補正值の変化予測を行なうことが出来る。例えば、

過去の補正值、 y_1 と y_2 の2点を用いるとすると、 $P_k = 2y_1 - y_2$ の簡単な式で与えられ、求められた P_k を基に信号点枠を生成する。予測を用いない場合は、現シンボルでの信号点枠生成のために使用される補正值 P は、前シンボルで求められた補正值 y_1 であり、その値より信号点枠を生成することになる。

【0023】実施例(請求項4に相当)

セルフキャリブレーションにおいて、信号点枠生成のために使用される補正值は、前シンボルにおける受信信号の変化成分を用いるため、常に過去の変動分を基に信号点枠を生成する。このため、急激な変動の変化、例えば移動における加減速があった場合や、変動量自体が大きい時、例えば移動速度が高速になったり受信電界強度の差が大きい場合は変化の速さに対応出来ず受信信号が信号点枠を飛び越えてエラーを発生し易くなる。

【0024】そこで、補正值の決定に回帰モデルを用いた高次予測を行なう。方法は信号点枠生成の際に、前シンボルで求められた補正值だけでなく、過去の補正值2点以上を用いて、最小2乗法による回帰モデルを求め、そのモデルより現シンボルでの補正值を求める。求める回帰モデルは直線または2次以上の曲線で表わすことが出来る。本実施例では、直線回帰モデルを用いる予測について述べる。図6にその様子を示す。過去に求められた補正值 $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ の n 点が与えられた時、最小2乗法により直線回帰モデルは図中の直線20で表わされ、その直線上の現シンボル位置での補正值 P_c は次式(数2)で与えられる。

【0025】

【数2】

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^n (i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (i - \bar{x})^2} (-\bar{x}) + \bar{y}$$

$$\begin{pmatrix} \bar{x} = \frac{1+n}{2} \\ \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \end{pmatrix}$$

【0026】この式を用いることによって、直線回帰モデルによる補正值の変化予測を行なうことが出来、最小2乗法を用いるため、白色ノイズのような誤差を含む系列においては有効であり、求められた P_c を基に信号点枠を生成する。

【0027】実施例(請求項2,6に相当)

セルフキャリブレーションにおいて、シンボル毎に各キャリアで、補正值は更新され、次受信信号においてこの補正值を基に新たな信号点枠を生成するが、この時、前受信信号により求められた補正值のみを用いて補正を行なったのでは、バラツキが多く、S/Nが悪い所では逆補正になる可能性がある。そこで、時間軸方向と周波数軸方向とで平均により補正值を決定する。時間軸方向では、各キャリアについてシンボル毎に更新される補正值を、平均を行なう個数分保持しておき、それらの補正值

の平均より新たな信号点枠を生成する。次シンボル以降は最も古い補正値を新たに求められた補正値に置き換えながら平均を行なう。周波数方向では、決定すべきキャリアを中心に隣接するキャリアの補正値を用いて平均を行なうことによって新たな信号点枠を生成する。

【0028】図5にその平均の様子を示す。各マルはセルフキャリブレーションによる補正値を示し、時間軸、周波数軸で平均を行なわない場合の n キャリアでは、補正値18のみを用いて信号点枠生成を行なうことになる。 n キャリアの補正値の決定に時間軸での平均数 m 、周波数軸での平均数 t として平均を行なう場合、図に示される黒マル $m \times t$ 個の補正値の平均によって補正値を決定し、信号点枠の生成を行なう。

【0029】この処理を行なうことにより、バラツキの少ない信頼性の高い補正値を導くことが出来る。また、平均数について、平均総個数 $m \times t$ を一定とした場合、時間軸での平均数 m を増やし周波数軸での平均数 t を減らすと、過去の補正値を多用するため変動速度に対して弱くなるが、エラーが発生した時、周波数軸での平均数 t が小さいため基準参照信号送信により回復しやすく、時間軸での平均数 m を減らし周波数軸での平均数 t を増やすと、過去の補正値の影響が少ないため変動速度に対して強くなるが、エラーが発生した時、周波数軸での平均数 t が大きいため復帰するまでに時間を要する。

【0030】実施例(請求項7, 8, 9に相当)

図7は本発明のOFDM復調装置の他の実施例の構成図である。図7は、図1のメモリ6と振幅位相差検出回路7との間に信号削除回路21を挿入した構成のものである。図1の構成とは異なるセルフキャリブレーター(セルフキャリブレーション手段)4の部分の構成について以下に説明する。

【0031】セルフキャリブレーター4では、振幅位相補正回路5において、順次受信される情報信号の振幅位相差の情報をメモリ6より取り出し、その値を基に第1次補正信号3に対して振幅位相の補正を行ない、その結果出力される第2次補正信号8を振幅位相差検出回路7と復号化回路9へ送る。

【0032】振幅位相差検出回路7では第2次補正信号8と復号後の信号との振幅位相差を検出し、低信頼性信号削除回路21において、その振幅位相差情報のうち、低信頼性の信号より導かれた振幅位相差情報を削除し、メモリ6へと送る。メモリ6ではその情報を保持すると共に、基準参照信号が送信されたキャリアについては基準信号キャリブレーター2からの要求によりメモリ6のリセットを行なう。

【0033】セルフキャリブレーター4によって補正された第2次補正信号8は、復号化回路9へと供給されQA M復号を行なった後、復号データとして出力されると共にセルフキャリブレーター4の振幅位相差検出回路7と低信頼性信号削除回路21とへ戻される。

【0034】セルフキャリブレーションにおいて、シンボル毎に各キャリアで、補正値は更新され、次受信信号においてこの補正値を基に新たな信号点枠を生成するが、この時、前受信信号により求められた補正値について、信頼性を増すために、決定すべきキャリアを中心に隣接するキャリアの補正値を用いて平均を行なうが、これらの補正値の中に信頼性の低い信号を基に算出された信号がある場合、この値を削除して補正値の決定を行なう。

【0035】信頼性の低い信号について、セルフキャリブレーションでは情報データを信号補正に利用するため様々な振幅や位相を有する信号を取り扱う。このため、小さなレベルを有する信号が送られてきた場合、振幅位相差検出時の正規化の際に、大振幅レベルを有する信号よりもノイズ的に不利になる。そこで、復号化回路9によって、256QAM信号点配置において、図5に示すような最も小さなレベルを有する4つの信号22であると見做された場合には、その信号を基に算出された振幅・位相差成分を削除する。

【0036】

【発明の効果】以上のように、本発明により、基準信号キャリブレーションに加えてセルフキャリブレーションを行なうことにより、送信信号毎に補正値は更新され逐次正確な信号補正が可能となり、さらに、セルフキャリブレーションにおいて、周波数軸及び時間軸での平均、傾斜または回帰モデルによる高次予測を行なうことにより、より正確な信号補正が出来る。

【0037】よって、短時間に化する伝送路特性に追従し補正を行なうことが出来るため、符号誤りを軽減することが出来、通信における信頼性を向上させることが出来る。また、結果的に高多値な変調方式において移動受信を可能にすることが出来るので、伝送情報量を一定とした場合、シンボル時間を長く出来るため伝送周波数帯域を狭く出来る。

【0038】また、セルフキャリブレーションにおいて、低信頼性信号により導かれた振幅位相差情報を削除することにより、より正確な信号補正が出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づくOFDM波の復調装置の一実施例の構成図である。

【図2】従来のOFDM波の変調装置の構成図である。

【図3】従来のOFDM波の復調装置の構成図である。

【図4】本発明に基づくセルフキャリブレーション概念図である。

【図5】本発明に基づくセルフキャリブレーションでの補正値平均方法について示した図である。

【図6】本発明に基づくセルフキャリブレーションでの補正値予測方法について示した図である。

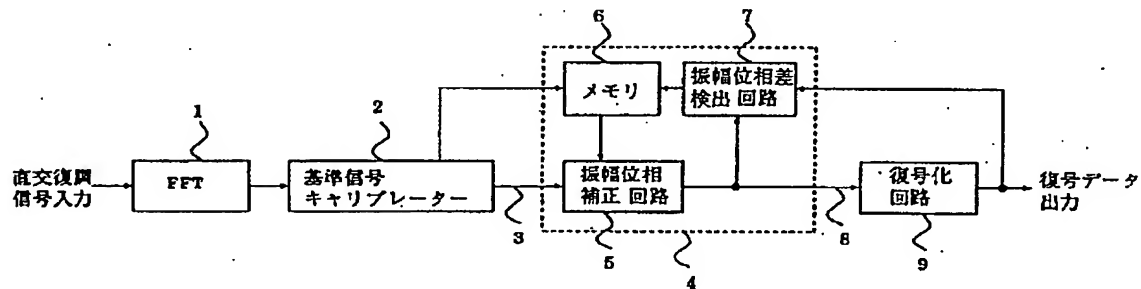
【図7】本発明に基づくOFDM波の復調装置の他の実施例の構成図である。

【図8】256QAM信号点配置図を示した図である。

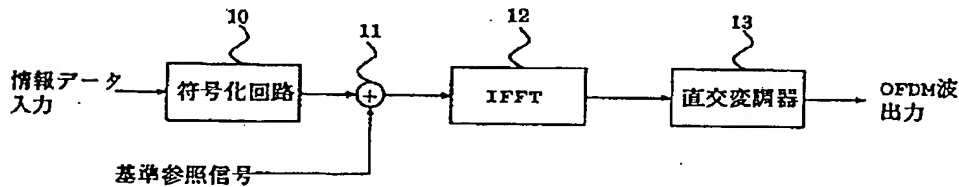
【符号の説明】

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 FFT演算部 | 13 直交変調器 |
| 2 基準信号キャリアブレーター（基準信号キャリアレーション手段） | 14 基準信号キャリアブレーター |
| 3 第1次補正信号 | 15 基準信号により生成された信号点 |
| 4 セルフキャリアブレーター（セルフキャリアレーション手段） | 16 受信信号 |
| 5 振幅位相補正回路 | 17 セルフキャリアレーションにより生成された信号点 |
| 6 メモリ | 18 n キャリアにおける補正值 |
| 7 振幅位相差検出回路 | 19 ニュートンの補間多項式で近似される曲線 |
| 8 第2次補正信号 | 20 直線回帰モデル |
| 9 復号化回路（復号化手段） | 10 21 低信頼性信号削除回路 |
| 10 符号化回路 | 22 256QAM信号点配置における最小振幅レベルを有する信号点 |
| 11 加算器 | m 時間方向平均数 |
| 12 IFFT演算部 | t 周波数方向平均数 |
| | Pc, Pk 補正值 |

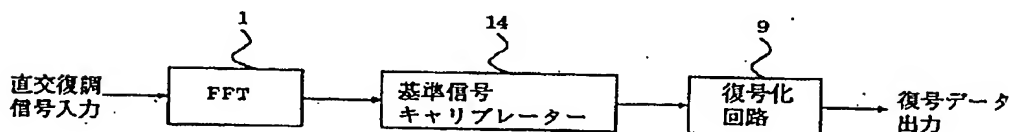
【図1】



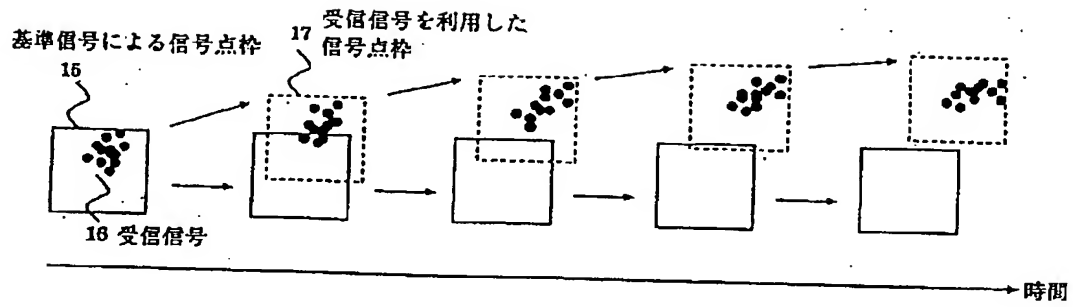
【図2】



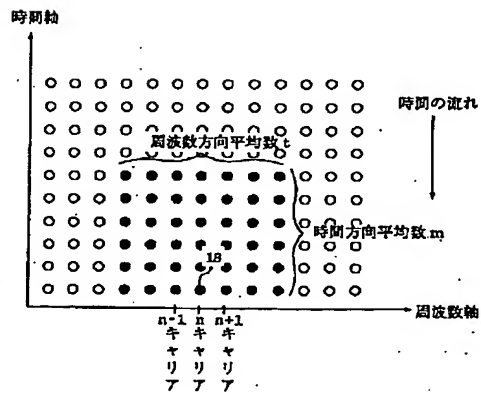
【図3】



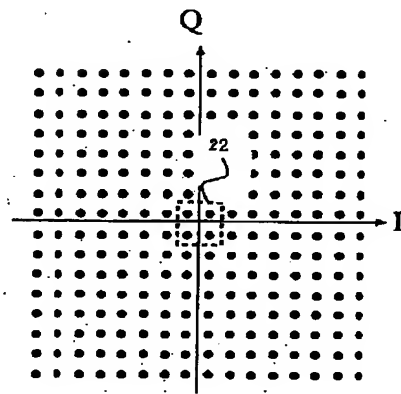
【図4】



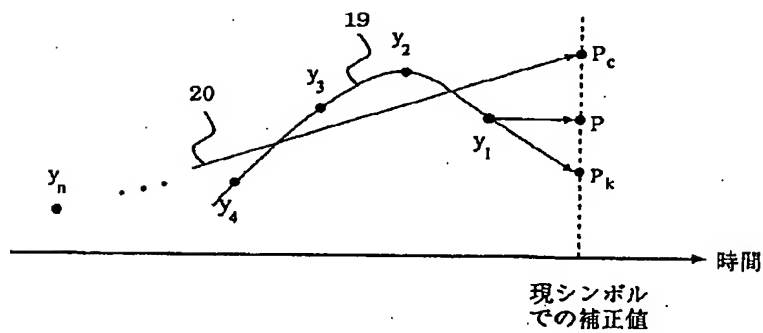
【図5】



【図8】



【図6】



【図7】

